

DOI: 10.12737/22380

Паикова Л.А., ст. препод.,  
Денисова Ю.В., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЭВОЛЮЦИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОЛИМПИЙСКИХ ОБЪЕКТОВ

jdenisowa@mail.ru

Роль архитектуры в совершенствовании спортивных объектов и популяризации спорта является актуальной задачей архитекторов, проектировщиков и строителей. Олимпийские игры сопровождаются созданием спортивных сооружений, выдающихся как в архитектурном, так и в конструктивном отношении. Эти сооружения символизируют достижения технического прогресса. Изучение и анализ практики строительства и эксплуатации крупнейших сооружений Олимпиад осуществляется с целью выявления происходящих в этой области строительства эволюционных процессов на примере большепролетных сооружений. В статье рассмотрены конструктивные схемы ключевых олимпийских сооружений.

**Ключевые слова:** олимпийские объекты, спортивные сооружения, стадионы, ледовые арены, мембранные оболочки, олимпийский парк.

В последние годы в нашей стране прошла целая череда значимых спортивных событий: Универсиада (Казань 2013), Олимпиада (Сочи 2014), Чемпионат мира по водным видам спорта (Казань – 2015), Чемпионат мира по хоккею (Москва, Санкт-Петербург – 2016) и другие. Для проведения соревнований такого уровня возникла необходимость строительства новых спортивных сооружений, поскольку существующие не отвечали требованиям современного спорта.

А на сегодняшний день роль архитектуры в совершенствовании спортивных объектов и популяризации спорта является весьма актуальной проблемой. Многие спортивные сооружения, такие как крытые стадионы, ледовые арены, манежи, волейбольные и баскетбольные площадки, крытые теннисные корты имеют большую площадь и исключают наличие внутри здания несущих опор.

Олимпийские игры являются не только крупным событием в спортивной жизни всего мира, но и смотром достижений строительной науки и техники страны-организатора. Олимпийские игры сопровождаются созданием спор-

тивных сооружений, выдающихся как в архитектурном, так и в конструктивном отношении, сооружений, которые символизируют достижения технического прогресса. Изучение и анализ практики строительства и эксплуатации крупнейших сооружений Олимпиад осуществляется с целью использования всего лучшего, что было выработано этой практикой. Большепролётная архитектура всегда занимала и продолжает занимать особое место в мировой истории. Это направление сохранило к себе повышенный интерес в профессиональной среде и сегодня. Именно поэтому большепролётные проекты стали характерным признаком современных крупных городов. И, в основном, это здания общественного назначения, где свойства таких конструкций – как функциональные, так и эстетические – имеют возможность ярко проявить себя.

В Мельбурне в 1956 г. для Олимпиады был построен крытый бассейн на 5,5 тыс. зрителей (рис. 1), представляющий собой перевернутую усеченную пирамиду поставленную на призматическую цокольную часть [1].

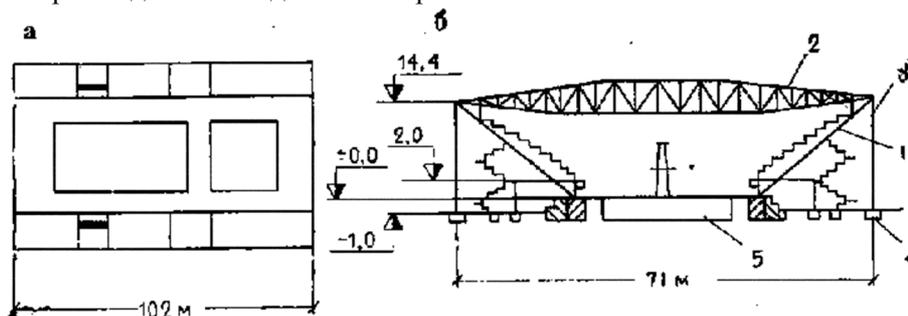
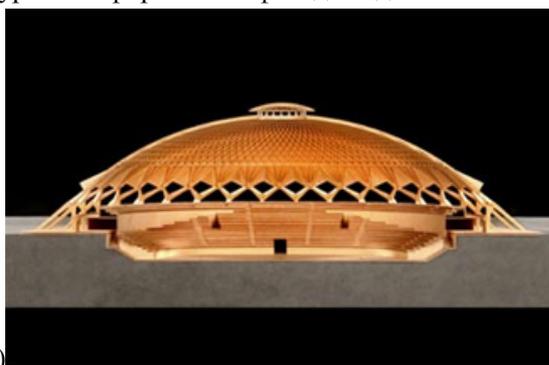


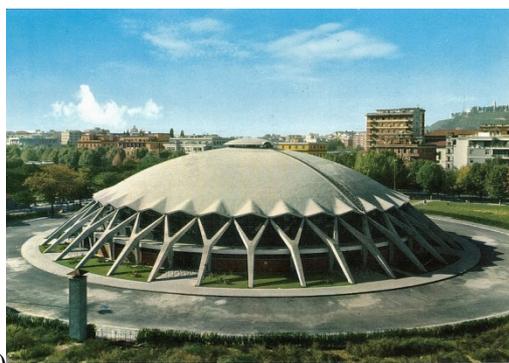
Рис. 1. Мельбурн, 1956 г.; а – схематический план; б – конструктивный разрез;  
1 – наклонная решетчатая балка; 2 – ферма покрытия; 3 – оттяжка; 4 – анкерная опора; 5 – ванны бассейна

Наклонные стены бассейна, образованные несущими конструкциями трибун — решетчатыми стальными балками, одновременно служат каркасом здания. На верхние концы решетчатых балок оперты полигональные стальные висячие фермы, являющиеся несущей конструкцией покрытия. Узлы опирания ферм соединены вертикальными металлическими оттяжками с массивными бетонными анкерными блоками, которые использованы как выразительное средство архитектурного оформления фасадов здания.



а)

В Риме для XVII Игр (1960 г.) по проекту выдающегося итальянского инженера П. Нерви построены Малый и Большой Дворцы спорта (рис. 2). Малый Дворец спорта вместимостью 5 тыс. зрителей перекрыт сборно-монолитной ребристой оболочкой в форме купола пролетом 59 м в уровне верха наклонных опор, поддерживающих покрытие. Общий пролет 80 м, высота 18 м. Угол наклона опор соответствует направлению опорных реакций купола.



б)

Рис. 2. Малый Дворец спорта: а) макет, б) фото, Рим, Италия, 1956-57, арх. Аннибале Вителлоцци, инж. Пьер Луиджи Нерви

Оболочка выполнена из тонкостенных сборных армоцементных элементов ромбической формы [2]. Ребра купола, обеспечивающие устойчивость оболочки и улучшающие акустику зала, образованы замоноличенными бортами. Достоинство этого сооружения — полное соответствие инженерных решений функциональным требованиям: интересная рациональная конструкция покрытия создала яркое архитектурное решение здания в целом.

Большой Дворец спорта в Риме вместимостью 15 тыс. перекрыт складчатым куполом пролетом 120 м, образованным армоцементными элементами V-образного сечения. Высота сооружения 33 м. Линии стыков волн-ребер радиально расходятся от замка купола к наклонным железобетонным опорам, расположенным в

пределах внутреннего пространства фойе и вестибюлей. Такое размещение наклонных железобетонных опор обогатило интерьер здания, дало возможность использовать несущую конструкцию как наиболее законное и прекрасное архитектурное украшение, считал О. Перре.

Построенный в Мехико в 1968 г. комплекс «Альберка Олимпика» (рис. 3) осуществлен в виде двух самостоятельных спортивных универсальных залов: вместимостью 5 тыс. зрителей и бассейна вместимостью 15 тыс., перекрытых висячим вантовым покрытием размером 132×75 м [3]. Сетчатая пространственная плита двойной кривизны подвешена девятью парами канатов к трем рядам мощных железобетонных пилонов, поставленных в торцах и в середине здания.

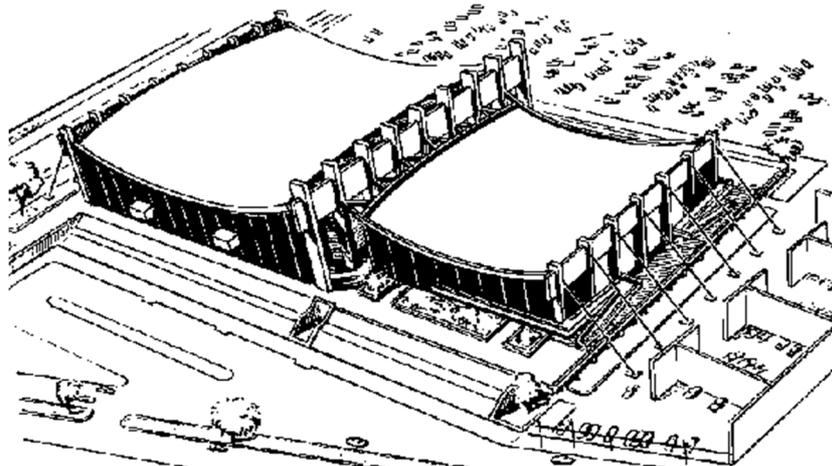


Рис. 3. Комплекс «Альберка Олимпика», Мехико

Распоры воспринимаются оттяжками, заанкеренными в массивных фундаментах по обеим торцовым сторонам сооружения. Покрытие напряжено, усилия предварительного напряжения передаются через бортовые решетчатые балки на наклонные железобетонные конструкции трибун. Плавные линии покрытия, мощные пилоны и большие плоскости витражей придали

зданию выразительность; здесь впервые было использовано общее покрытие для двух самостоятельных спортивных залов.

Олимпийский стадион в Монреале (рис. 4). Основа конструктивного решения стадиона, включая башню являлся центральным спортивным объектом XXI летних Олимпийских игр 1976 года.



Рис. 4. Олимпийский стадион в Монреале

В подготовке к XXII Олимпийским играм в Москве было построено 11 крытых спортивных сооружений. Все эти сооружения выполняли еще и благородную миссию: служить людям для занятий физкультурой и спортом, для проведения массовых общественных мероприятий. В конкурсных предложениях преобладали пространственные системы покрытий, такие как мембраны, висячие системы с жесткими нитями, висячие тросовые конструкции, железобетонные оболочки. При этом конструкции покрытия должны были быть не только легкими, наименее

трудоемкими, но и объединить в себе функциональные и эстетические требования в одно органическое целое, т.е. конструктивная форма обеспечивала условия нормальной эксплуатации здания.

Такие принципы воплощены в четырех унифицированных группах покрытий [4].

Мембранные оболочки – для крытого стадиона на пр. Мира (пролеты покрытия  $224 \times 183$  м), велотрека в Крылатском ( $168 \times 138$  м) (рис. 5), универсального спортивного зала в Измайлове ( $72 \times 66$  м) (рис. 6).

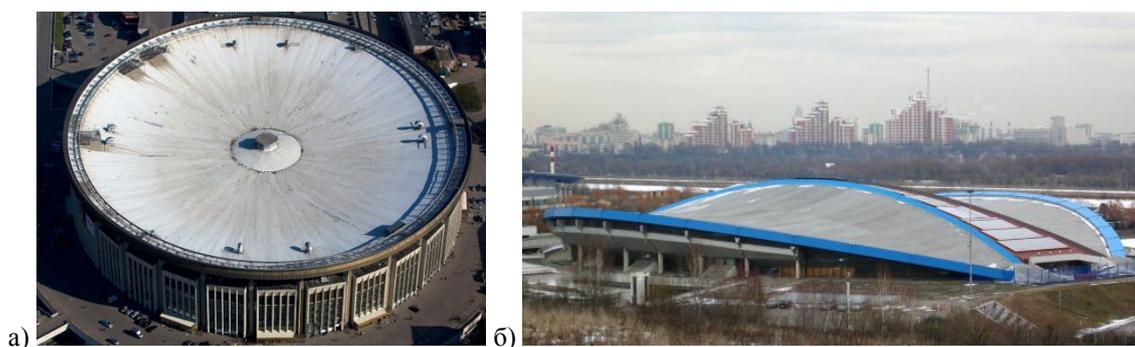


Рис. 5. Олимпийские объекты Москвы:  
а) «Олимпийский» стадион; б) велотрек в Крылатском

висячие покрытия с жесткими нитями — для крытого плавательного бассейна пр. Мира (пролеты покрытия  $126 \times 104$  м) и универсального зала на ул. Лавочкина ( $74 \times 68$  м).

Пространственные решетчатые плиты (структуры) для объектов временного питания и спортивных сооружений.

Пологие сферические железобетонные оболочки — для универсального спортивного зала в Лужниках ( $88 \times 88$  м).

Плоскостные (балочные) большепролетные конструкции применены в легкоатлетическом и футбольном манеже на Ленинградском проспекте ( $110 \times 300$  м), малой спортивной арены в Лужниках ( $90 \times 130$  м), в крытом манеже в Битце ( $60 \times 90$  м).

А теперь, рассмотрим конструктивные схемы ключевых олимпийских сооружений Олимпиады 2014 г., Сочи [5]. Если обвести мысленно территорию комплекса вместе с подъездом, по-

лучится силуэт сковородки, на которой расположилось около одиннадцати основных спортивных сооружений Олимпийского парка, которые как и ранее, имеют значение постолимпийского использования сооружений.

Самым грандиозным сооружением Олимпийского парка является стадион "Фишт" (рис.

7), на котором прошли церемонии открытия и закрытия [1]. После игр: футбольный стадион. Конструктивная схема трибун и подтрибунной части здания – каркасная. Материал каркаса для нижнего уровня трибун и постоянных трибун верхнего яруса – монолитный железобетон

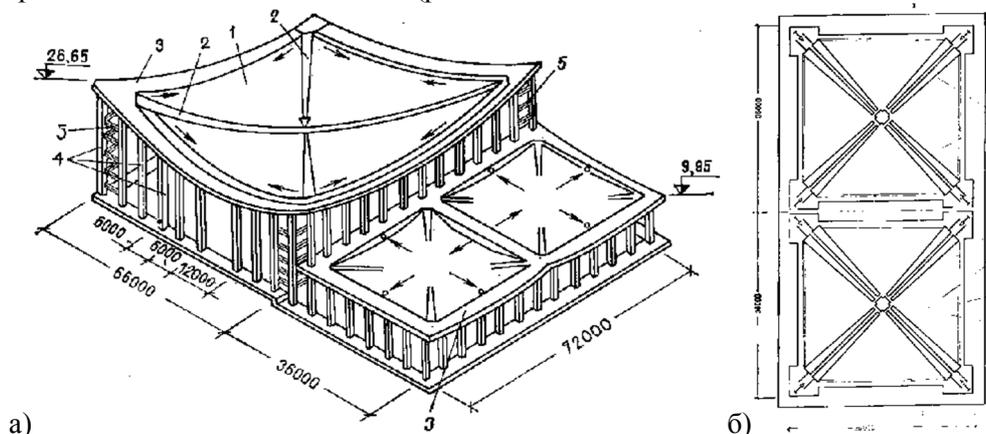


Рис. 6. а) конструктивная схема сооружения; б) конструктивное решение покрытия тренировочных залов  
 1 – тонколистовая мембрана из нержавеющей стали толщиной 2 мм; 2 – диагональные подкрепляющие элементы; 3 – железобетонный опорный контур; 4 – железобетонные колонны; 5 – диафрагмы жесткости; (стрелками показаны уклоны кровли)



Рис. 7. Главной особенностью конструкции являются две гигантские балки, на которых держится стеклянная крыша: а) модель стадиона «Фишт», б) фото стадиона

Вторым по величине спортивным объектом является ледовый дворец "Большой" (рис. 8), где проходили соревнования по хоккею с шайбой. После игр: спортивный и развлекательный

центр. Конструктивная схема: впервые в отечественной практике ледовый дворец выполнен в виде сложного купола — оболочки с идеально ровной поверхностью.



Рис. 8. Фасад крытого катка имеет волнообразную форму и обшит витражами

Ледовый дворец зимнего спорта "Айсберг" вместимостью 12 тысяч зрителей использовался для фигурного катания и соревнований по шорт-треку. После игр: велодром [6]. Объект сборно-

разборного типа с возможностью демонтажа и переноса. Переплетающиеся волны на фасадах здания, сформированные стеклом и сэндвич-панелями обшиты витражами цвета неба. Благо-

даря фигурным изгибам стеклянного фасада здания, внешний облик дворца схож с надвигающимся айсбергом. Кроме того, стекло, выгнутое в плавных, красивых комбинациях, похоже на траекторию движения фигуриста при выполнении одного из прыжков.

Облицовка наружных стен выполнена из витражных конструкций. На стенах «Айсберга» – более 600 тонн стеклопакетов. Прозрачность этого стекла изменяется в зависимости от количества солнечного света. Зимой оно сохраняет тепло внутри помещений, а летом защищает здание от полуденных солнечных лучей, позволяя экономить на кондиционировании. Каждый этаж имеет свое цветовое решение, помогающее зрителям ориентироваться между ярусами и сек-

торами Ледового дворца. Так же предусмотрены специальные архитектурно-планировочные решения для маломобильных групп населения (пандусы, санузлы) в соответствии со СНиП 35-01-2001.

Конькобежный центр "Адлер-Арена" предназначен для соревнований по скоростному бегу на коньках. После игр: торгово-выставочный центр. Стандартный 400-метровый овальный конькобежный стадион. Вмещает 8 тысяч зрителей и представляет собой овальный стадион с двумя соревновательными дорожками и одной тренировочной [7]. Каток построен в Олимпийском парке Сочи, на высоте 3 м над уровнем моря. Был открыт в конце 2012 года.

Керлингвый центр "Ледяной куб" (рис. 9).



Рис. 9. Керлингвый центр "Ледяной куб"

Во время игр: соревнования по керлингу. После игр: здание может быть демонтировано и перемещено в другой регион. Конструктивная схема – прообразом самого маленького в Олимпийском парке стадиона стал ледяной куб. Приблизить облик арены к многограннику помогли современные декоративные материалы, прямые линии на фасаде и используемые цвета – оттенки от серого к серебристому.

Ледовый дворец "Шайба" во время игр: соревнования по хоккею и следж-хоккею [8]. После игр здание может быть демонтировано и перемещено в другой регион. Конструкция Ледовой Арены очень хитро продумана: позволяет демонтировать ее с целью вывоза и установки этого здания в любом другом месте для дальнейшего использования как ледового катка.

Тренировочная арена для хоккея – спортивное сооружение (рис. 10).



Рис. 10. Тренировочная арена для хоккея

В постолимпийский период архитектурно-строительные решения объекта обеспечивают возможность разборки несущих, ограждающих конструкций и оборудования, с последующей транспортировкой их в город Ставрополь, а в

дальнейшем использование объекта в качестве Ледового дворца спорта для проведения спортивно-оздоровительных занятий по ледовым видам спорта и концертно-зрелищных мероприятий. Компонировка основных и вспомогательных

зон спортивного центра решена с учетом спецификации их функционирования и с учетом их постолимпийского использования.

Комплекс "Лаура", вместимостью 7,5 тысяч зрителей, расположился на гребне и склонах горного хребта Псехако в 10 км северо-восточнее поселка Красная Поляна. Состоит из двух отдельных стадионов с зонами старта и финиша, двух отдельных систем трасс для лыж-

ных гонок и биатлона, стрельбища и зон для подготовки к соревнованиям.

Трассы гонок располагаются с учетом требований международных соревнований. Запроектировано два основных круга по 5 км – для свободного и классического стиля, которые могут быть укорочены в зависимости от вида соревнований (рис. 11).

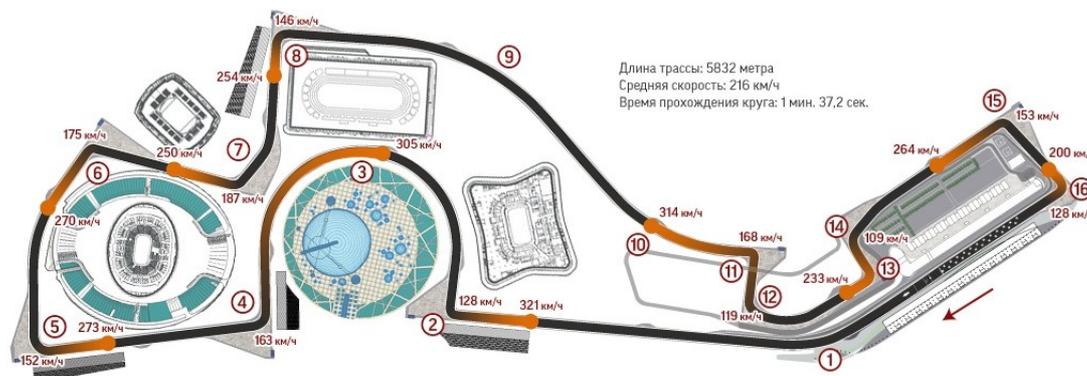


Рис. 11. Схема трассы по кольцевым автогонкам Формулы-1, расположенной на территории Олимпийского парка

Автодром является единственной трассой в календаре Формулы 1, которая является одновременно городской и стационарной, а также первой и единственной трассой для проведения Гран-при Формулы 1 в России. Инфраструктура трассы спроектирована таким образом, что большинство ее объектов вписано в общую структуру Олимпийского парка и было задействовано во время Зимней Олимпиады. Конфигурация трассы Ф1 состоит из двух частей – стационарной и сборно-разборной.

Так называемое большое кольцо (разборное) будет иметь длину 5872 метра и 18 поворотов, из которых 2 правых и 6 левых; ширину от 13 до 15 метров и обязательное горизонтальное профилирование, в некоторых местах с отрицательным уклоном, что придает трассе дополнительную техничность [9]. При этом ее профиль является практически плоским – максимальный перепад высот всего лишь полтора метра, зато это единственный на данный момент в мире трек Формулы-1 с затяжным дугообразным поворотом, где расчетная скорость будет превышать 300 км/ч.

Трасса спроектирована как высокоскоростная с тремя разгонными участками. Максимальную скорость – 320 км/ч – болиды Королевских гонок смогут развивать на прямой (длина примерно 650 м) между первым и вторым поворотами. Испытания трассы показали, что примерное время прохождения круга для болидов составляет 1 мин. 37 сек. Вместимость трибун по

сравнению с другими трассами относительно небольшая – 42 тыс. зрителей.

Объект – медиациентр "Сочи" для журналистов и гостиница. После игр: торговоразвлекательный комплекс. Медиациентр выполнен в Средиземноморском стиле.

"Олимпийская деревня" предназначена для проживания спортсменов. 53 корпуса разной этажности (от 3 до 6). В них расположено около 1700 апартаментов с различной конфигурацией комнат и их количеством (от 1 до 4). В составе Основной Олимпийской деревни запроектирована Паралимпийская деревня, в которой созданы все условия для комфортного проживания людей с ограниченными физическими возможностями. В частности, спальные и ваннные комнаты приспособлены для использования инвалидных колясок, все подъездные пути запланированы с уклоном менее 5%, все корпуса оборудованы лифтами. Отель "Редисон Блю" – для представителей Международного олимпийского комитета.

Столица Игр 2014 года может похвастаться не только великолепными спортивными объектами, но и транспортной инфраструктурой, которая стала одной из самых лучших в мире.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://stroy-spravka.ru/article/geografiya-Olimpiady-80-v-moskve>.
2. <http://www.rb.ru/inform/89077.html>.

3. <http://stadiums.at.ua/news/2015-03-15-20952>.
4. <http://www.pencil.com/museum.php?p=448853478151&show=7361>.
5. Пашкова Л.А. Развитие конструктивных систем в городской среде // Инновационное развитие современной науки: сб. науч. трудов по матер. V Междунар. науч.-практ. конф. (14 марта 2015г.) В 2 частях, ч. 2 /Уфа: Изд-во ООО "Аэтерна". Уфа, 2015. С. 131-133.
6. <http://sakura.bloglit.ru/2014/01/09/sochi-2014-glavnye-obekty-stoimost-i-xarakteristika-parametry-obektov-transportnaya-karta-avtodorog/>
7. Кафтаева М.В., Дегтев И.А., Донченко О.М., Пашкова Л.А., Литовкин Н.И. Современные кровли и технологии их устройства: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 136 с.
8. <http://otprysk.moscow/olimpijskie-obekty/>
9. <http://freedrive.ru/kakustroeno/119-formula-sochi-f1-o-stroitelstve>.
10. Денисова Ю.В., Черноситова Е.С. Статистический анализ качества песка при геологической разведке нового месторождения // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2012. №3. С. 37–40.
11. Денисова Ю.В., Косухин М.М., Черноситова Е.С. К вопросу о контроле прочности камней бетонных стеновых // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. №1. С. 81–84.
12. Денисова Ю.В., Косухин М.М., Черноситова Е.С. Оценка стабильности качества камней бетонных стеновых // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. №2. С. 62–65.
13. Лесовик Р.В., Шаповалов Н.А., Денисова Ю.В. Вибропрессованные бетоны с суперпластификатором на основе резорцинформальдегидных олигомеров. Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. 136 с.
14. Денисова Ю.В. Выбор эффективного утеплителя в конструкции навесных вентилируемых фасадов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2013. №4. С. 26–30.
15. Денисова Ю.В., Тарасенко В.Н., Лесовик Р.В., Митрохин А.А. Долговечность штукатурных фасадных систем гражданских зданий // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. №7. С. 22–26.
16. Денисова Ю.В., Тарасенко В.Н., Лесовик Р.В. Диффузионные мембраны в современном строительстве // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. №8. С. 42–46.

---

**Pashkova L.A., Denisova Y.V.**

#### **EVOLUTION OF LONG-SPAN STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF OLYMPIC FACILITIES**

*The role of architecture in the improvement of sports facilities and promotion of sports is an urgent task for architects, designers and builders. The Olympic games are accompanied by the creation of sports facilities are outstanding, both in the architectural and constructive attitude. These buildings represent the achievements of technical progress. Study and analysis of the practice of construction and operation of the largest structures of Olympiads is to identify what is happening in this area of the construction of the evolutionary processes, for example long-span structures. The article considers structural diagram of the key Olympic facilities.*

**Key words:** *the Olympic facilities, sports facilities, stadiums, ice arena, membrane shell, Olympic Park.*

---

**Пашкова Людмила Андреевна**, старший преподаватель кафедры архитектурных конструкций.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.  
E-mail: strojarx@mail.ru

**Денисова Юлия Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д.46.  
E-mail: jdenisowa@mail.ru